

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-286702

(43)Date of publication of application : 12.10.1992

(51)Int.Cl.

G11B 5/09

G11B 5/39

(21)Application number : 03-051116

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 15.03.1991

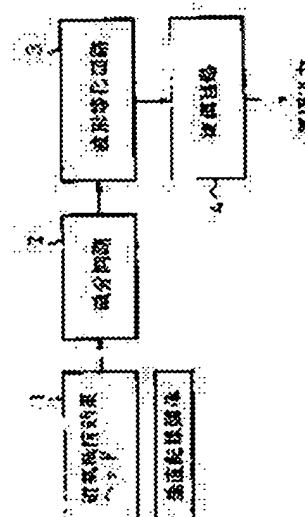
(72)Inventor : TAKAGI HITOSHI

## (54) MAGNETIC RECORDING AND REPRODUCING DEVICE

## (57)Abstract:

PURPOSE: To offer a magnetic recording and reproducing device capable of reproducing information having a high S/N, high resolution, and high reliability even in the case of combining a perpendicular recording magnetic medium and MR head in relation to the magnetic recording and reproducing device to read- out and modulate the information with a magnetoresistive head from the magnetic recording medium recorded with perpendicular magnetic recording.

CONSTITUTION: Recorded information is converted into an information column by a precoder. The magnetic recording and reproducing device to perpendicularly record this information column into the magnetic recording medium by NRZI system consists of a non-shield type magnetoresistive head 1 to read-out the information recorded in the perpendicular recording medium, a differentiation circuit 2 to differentiate once an output from the head 1, a waveform equalizing circuit 3 to equalize the waveform of the differentiated signal by a partial response system and a demodulation circuit 4 to obtain a demodulated output by detecting the level of the waveform equalized signal.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-286702

(43) 公開日 平成4年(1992)10月12日

(51) Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	片内整理番号	F I	技術表示箇所
G 1 1 B 5/09	3 2 1 A	8322-5D		
5/39		7326-5D		

審査請求 未請求 請求項の数3 (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平3-51116

(22) 出願日 平成3年(1991)3月15日

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

(72) 発明者 ▲高▼木 均

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(74) 代理人 弁理士 青木 朗 (外4名)

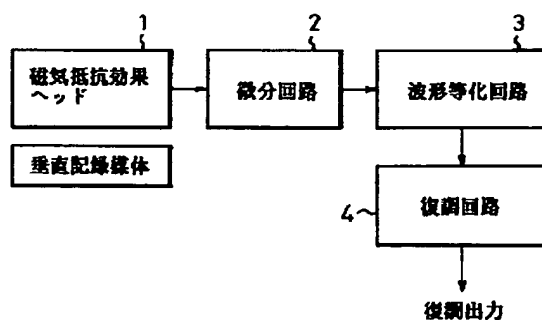
(54) 【発明の名称】 磁気記録再生装置

(57) 【要約】

【目的】 垂直磁気記録された磁気記録媒体から磁気抵抗効果ヘッドを用いて情報を読み出して復調を行う磁気記録再生装置に関し、垂直記録磁気媒体とMRヘッドを組合わせた場合でも、高S/Nでかつ高い分解能を有し、信頼性の高い情報再生が可能となる磁気記録再生装置を提供することを目的とする。の提供を目的とする。

【構成】 記録情報がプリコードによって情報列に変換され、この情報列に対してNRZI方式で磁気記録媒体に垂直記録がなされる磁気記録再生装置を、垂直記録媒体に記録された情報を読み出す非シールド型磁気抵抗効果ヘッド1と、このヘッド1の出力信号を1回微分する微分回路2と、微分された信号に対してパーシャルレスポンス方式の波形等化を行う波形等化回路3と、波形等化された信号に対してレベル検出を行うことにより復調出力を得る復調回路4とから構成する。

本発明の原理構成図



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 記録情報がプリコードによって情報列に変換され、この情報列に対して所定の方式で磁気記録媒体に垂直記録がなされる磁気記録再生装置であって、垂直記録媒体に記録された情報を読み出す非シールド型磁気抵抗効果ヘッド(1)と、このヘッド(1)の出力信号を1回微分する微分回路(2)と、微分された信号に対してパーシャルレスポンス方式で波形等化を行う波形等化回路(3)と、波形等化された信号に対してレベル検出を行うことにより復調出力を得る復調回路(4)と、を備えることを特徴とする磁気記録再生方式

【請求項2】 前記磁気記録媒体に垂直記録を行なうヘッドが、単磁極型記録ヘッドと前記非シールド型磁気抵抗効果再生ヘッドを一体に形成した複合ヘッドであることを特徴とする請求項1に記載の磁気記録再生装置。

【請求項3】 前記磁気記録媒体に垂直記録を行なうヘッドが、単磁極型記録ヘッドにおける主磁極とフェライトから成る磁束のリターンヨーク部にはさまれた空間内に、磁気抵抗効果素子を配置することを特徴とする請求項1に記載の磁気記録再生装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は磁気記録再生装置に関し、特に、垂直磁気記録された磁気記録媒体から磁気抵抗効果ヘッドを用いて情報を読み出して復調を行う磁気記録再生装置に関する。従来、磁気記録は磁気記録媒体の水平方向に行われてきたが、近年、磁気ディスク装置、磁気テープ装置等への記録容量の増大が要望されてくるにつれ、水平方向の磁気記録では記録容量に限界が生じていた。そこで、これまでの水平記録の限界を打破する高密度記録方式として、磁気記録媒体の垂直方向にデータを記録する垂直記録方式が注目を浴びている。垂直記録はこれまで用いられてきている水平記録に比べて媒体の持つエネルギーが高いため、それを生かすための磁気ヘッドや記録再生方式の研究がなされてきている。

## 【0002】

【従来の技術】 図8は従来よりよく知られているシャントバイアス方式のシールド型磁気抵抗効果ヘッド（以後MRヘッドという）80の断面概略構造を示すものである。図8において、81はフェライトあるいはNiFeなどから成るシールド部材、82は $Al_2O_3$ 、 $SiO_2$ などから成る絶縁層、83はNiFe薄膜からなるMR素子、84はMR素子83上に直接形成されるTiなどの非磁性導体層（シャント層）であり、この導体層84を流れる電流によりMR素子83にバイアス磁界が印加される。また、85は磁気記録媒体である。そして、水平記録においては、MRヘッド80の分解能の向上には、MR素子83の両側に高透磁率のシールド部材81を設けることが不可欠である。

【0003】 周知のように、このようなシールド型MR

再生ヘッド80の再生分解能は両シールド部材81間の距離（ギャップ長）によって決定されるため、線記録密度の向上にはギャップ長を狭くすることが必須条件である。しかしながら、ギャップ内にはMR素子83やシャント導体84を配置しなければならず、かつこれらの膜はシールド部材81とは電氣的に絶縁されている必要があるため、狭ギャップを実現するには製造プロセス上の問題が大きい。

【0004】 従来、薄膜ヘッドの製造プロセスでは、ピンホールがなく絶縁が確保できる最小膜厚は、スパッタ絶縁膜の場合で0.4~0.5  $\mu m$ であった。これ以下の膜厚ではピンホールによる絶縁不良が多発する傾向にあり、狭ギャップの実現は非常に困難であった。また、シールド型MR再生ヘッドにおいては、記録媒体からの磁束はMR素子のみならず、シールド部材にも漏れていくため、必然的に再生効率の低いヘッド構造とならざるを得ない。

【0005】 そこで、シールド部材のない非シールド型MRヘッドを用い、磁気記録媒体に高密度に垂直磁気記録を行う磁気記録再生装置が提案されている。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、シールド部材のない非シールド型MRヘッドを用い、磁気記録媒体に高密度に垂直磁気記録を行う磁気記録再生装置には、再生信号の復調が困難であるという問題がある。そこで、本発明は、垂直記録磁気媒体とMRヘッドを組合わせた場合でも、高S/Nでかつ高い分解能を有し、信頼性の高い情報再生が可能となる磁気記録再生装置を提供することを目的とする。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】 前記目的を達成する本発明の磁気記録再生装置の原理構成が図1に示される。本発明の磁気記録再生装置は、記録情報がプリコードによって情報列に変換され、この情報列に対して所定の方式で磁気記録媒体に垂直記録がなされる磁気記録再生装置であって、垂直記録媒体に記録された情報を読み出す非シールド型磁気抵抗効果ヘッド1と、このヘッド1の出力信号を1回微分する微分回路2と、微分された信号に対してパーシャルレスポンス方式で波形等化を行う波形等化回路3と、波形等化された信号に対してレベル検出を行うことにより復調出力を得る復調回路4とを備えることを特徴としている。

## 【0008】

【作用】 本発明の磁気記録再生装置によれば、シールド部材のない非シールド型MRヘッドを用いて垂直記録された磁気記録媒体から再生された信号が、1回微分され、それに対してパーシャルレスポンス方式によるレベル検出により情報の復調が行なわれる。この結果、シールド型MRヘッドで大きな問題であった薄膜絶縁層が不要となり、また、シールド部材への漏洩磁束もなくな

るため、再生出力は大幅に向上する。更に、シールド部材がなくなることにより、MR素子から離れた位置での磁束もセンシやすくなるため、ヘッド出力でみれば結果的に再生分解能は劣化するが、ヘッド出力波形を一度微分することで分解能の回復が図られる。

【0009】

【実施例】以下添付図面を用いて本発明の実施例を詳細に説明する。図2は本発明の磁気記録再生装置の一実施例の構成を示すブロック図である。図において5は磁気記録媒体であって、予め記録情報がプリコードによって情報列に変換され、この情報列に対して所定の方式、例えば、NRZI方式で磁気記録媒体に垂直記録がなされているものとする。そして、この垂直記録媒体5に記録された磁気記録情報は非シールド型MRヘッド6によって読み出され、増幅器7で増幅された後に、微分回路8によって1回微分される。1回微分された信号は、波形等化フィルタ9によってパーシャルレスポンス方式で波形等化が行われ、レベル検出器10によって波形等化された信号に対してレベル検出が行われて復調出力が得られる。

【0010】なお、MRヘッドは再生専用のヘッドであるため、実際には垂直媒体に情報を記録するための記録ヘッドが必要であり、図3に記録・再生ヘッドを一体に形成した複合ヘッドの一実施例を示す。この実施例においては、記録ヘッドがリングヘッド、再生ヘッドがMRヘッドになっており、記録ヘッドが、NiZnフェライトから構成されてスライダを兼ねる磁束のリターンパス30、コイル11、有機絶縁層12、NiFeから成る磁束結合部13、 $Al_2O_3$ 、 $SiO_2$ から構成される絶縁層14、17、19、主磁極15、および記録感度向上のため主磁極15上に設けられたNiFeから構成される盛上げ層16から構成され、再生ヘッドは、MR素子3およびSAL(Soft Adjacent Layer)膜18から構成される。

【0011】図4は記録・再生ヘッドを一体に形成した複合ヘッドの別の実施例を示すものであり、リターンパス30に非磁性ガラス溝20を設けた基板を用いた例である。この実施例において図3の複合ヘッドと同じ構成部材には同じ符号を付してその説明を省略する。この実施例の複合ヘッドが図3の複合ヘッドと異なる点は、主磁極15とリターンパス30にはさまれる空間内に、MR素子3とSAL膜18を配置した点であり、このようにすることで、外部浮遊磁界の影響の低減を図ることができる。

【0012】次に、図5を用いてクラスIVパーシャルレスポンス方式を適用した場合の本発明の磁気記録再生装置の動作について説明する。クラスIVパーシャルレスポンス方式の場合、(a)に示す記録情報“1101011”は、(b)に示すプリコードにより情報列“1001101”に変換される。この変換は記録情報の排他的論理和(EOR)をとることによって行われる。そして、

(c)に示すようにこの情報列に対してNRZI方式で磁気記録媒体に垂直記録がなされ、記録電流は、プリコードの“1”で反転している。

【0013】以上のようにして記録された垂直媒体上の孤立磁化反転を、図2のMRヘッド6で再生すると、(d)のMRヘッド再生出力に示すように $\tan^{-1}$ 関数に類似した波形となる。このヘッド出力波形を増幅器7で増幅した後に微分回路8で1回微分すると、(e)の微分出力に示すように、従来の水平記録媒体をリングヘッドで再生した場合と同様な波形が得られる。この微分出力は波形等化フィルタ9により、(f)の波形等化フィルタ出力に示すように、クラスIVパーシャルレスポンス波形に等化され、その後、レベル検出器10によって(g)の復調出力に示すように、元の情報を復調することができる。

【0014】ここで、クラスIVパーシャルレスポンス波形とは、ビットセル時間をTとしたとき、 $e(t) = P/Q + R/S$  (但し、 $P = \sin(\pi/T)t$ 、 $Q = (\pi/T)t$ 、 $R = \sin(\pi/T)(t-T)$ 、 $S = (\pi/T)(t-T)$ ) である。) で表わされる波形であり、図6にヘッド出力の微分波形を波形等化したクラスIVパーシャルレスポンス波形を模式的に示す。

【0015】図6の模式図に従って、図5(e)の微分波形を分割すると、この波形は4つの波形A、B、C、Dに分けられる。そして、波形Aに対する波形等化フィルタ出力が図5(f)に示す波形a(実線)であり、波形Bに対する波形等化フィルタ出力が図5(f)に示す波形b(点線)であり、波形Cに対する波形等化フィルタ出力が図5(f)に示す波形d(一点鎖線)であり、波形Dに対する波形等化フィルタ出力が図5(f)に示す波形d(二点鎖線)である。そして、波形a、b、c、dを合成した波形が図5(f)に示す実線波形となる。

【0016】なお、以上の装置に使用されるMR素子の寸法はヘッドの分解能に大きく影響を与えるため、シミュレーションにより本発明の妥当性を確認した。簡単のために垂直媒体は裏打ち軟磁性層のない、いわゆる単層膜とした。垂直記録層の下に軟磁性層を設けた二層膜媒体の場合には、波形の掘引きの様子が単層膜媒体とは幾分異なるが、本質的には大差はない。

【0017】図7は数値シミュレーションによるMRヘッドの孤立再生波形の計算結果の一例である。静止したMRヘッドに対して媒体が移動した時、極性の異なる2つの磁化反転に対するMR素子の抵抗率をプロットしてある。横軸は磁化反転位置を示す。バイアス方式はMR膜に近接して軟磁性膜を配置するSALバイアス方式である。ここで用いた諸元は、

MR膜 : 膜厚 400Å, 高さ 2μm, 透磁率 500, 飽和磁化 4πMs 10000G

軟磁性膜 : 膜厚 200Å, 高さ 2μm, 透磁率 800, 飽和磁化 4πMs 15000G

記録媒体：膜厚  $0.15\mu\text{m}$ 、残留磁化  $4\pi\text{Mr}$  2000 G、矩形磁化反転であり、スペーシング  $0.1\mu\text{m}$ 、センス電流 15 mAとした。

【0018】いま、直流分を除いた孤立再生波形を  $\tan^{-1}$  関数近似し、 $e(x) = (2/\pi)E_0 \tan^{-1}(x/k)$ 、 $E_0$ ：振幅、 $k$ ：波形の鋭さを示すパラメータとおけば、遷移点の傾きを良く近似する  $k$  の値として、 $k \approx 0.138\mu\text{m}$  が得られる。1 回微分波形の半値幅は、 $W_{50} = 2k = 0.276\mu\text{m}$  となる。微分波形はローレンツ波形となるため、微分出力における  $D_{50}$  は

$$D_{50} = 1.4 / W_{50} \times 25.4 = 129 \text{ kFCI}$$

となり、高い再生分解能を期待することができる。また、単位コア幅当たりのヘッド出力も、 $V_0 = 300\mu\text{VPP}/\mu\text{m}$  と高い値となり、十分高い  $S/N$  比が得られる。

【0019】以上のように、本発明では、シールド型 MR ヘッドで大きな問題であった薄膜絶縁層が不必要となり、また、シールド部材への漏洩磁束もなくなるため、再生出力は大幅に向上する。

【0020】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、高い  $S/N$  比、高い分解能で垂直媒体の記録情報の再生が可能となり、高密度記録が実現できるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の磁気記録再生装置の構成を示す原理構成図である。

【図2】本発明の磁気記録再生装置の一実施例の構成を示すブロック図である。

【図3】図2のシールド型 MR ヘッドの一実施例の断面

図である。

【図4】図2のシールド型 MR ヘッドの他の実施例の断面図である。

【図5】図2の装置の動作波形を示す波形図である。

【図6】クラス IV パーシャルレスポンスの説明図である。

【図7】MR ヘッドの孤立再生波形を示すシミュレーション図である。

【図8】従来の MR ヘッドの構成を示す断面図である。

【符号の説明】

1…磁気抵抗効果ヘッド

2…微分回路

3…波形等化回路

4…復調回路

5…垂直記録媒体

6…MR ヘッド

7…増幅器

8…微分回路

9…波形等化フィルタ

20…レベル検出器

11…コイル

12…有機絶縁層

13…磁束結合部

14, 17, 19…絶縁層

15…主磁極

16…盛上げ層

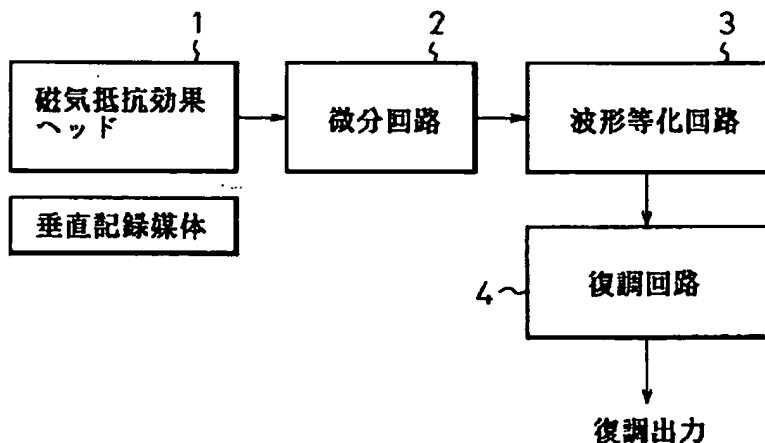
18…SAL 膜

20…非磁性ガラス溝

30…リターンパス

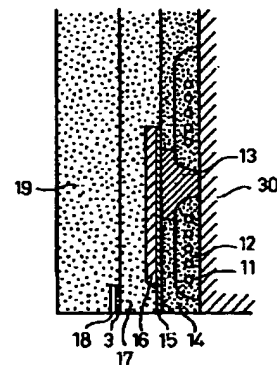
【図1】

本発明の原理構成図



【図3】

図2のMRヘッドの一実施例

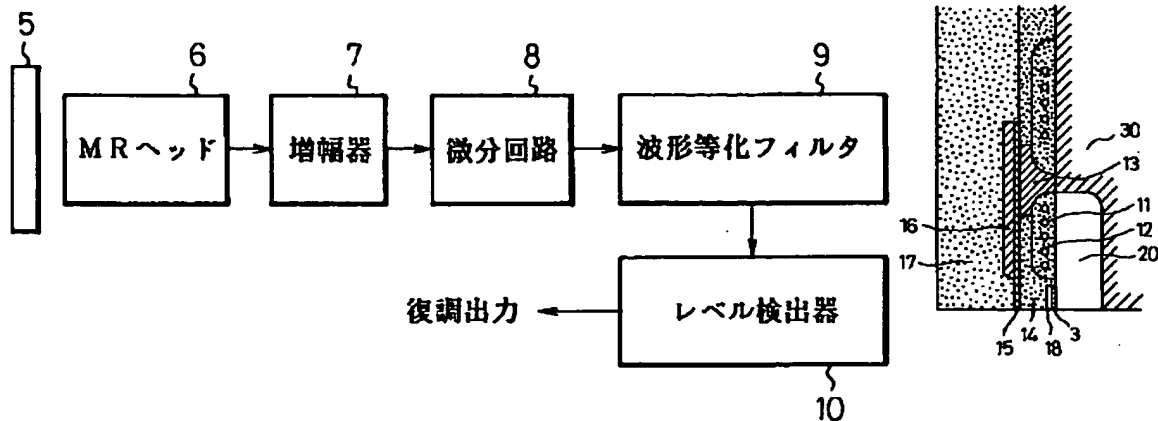


【図2】

【図4】

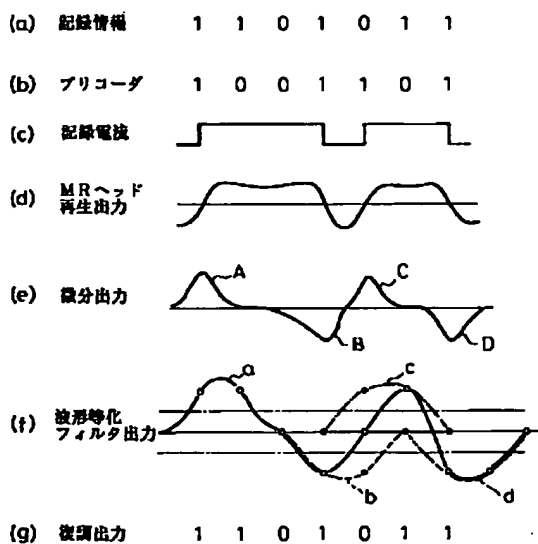
## 本発明の一実施例

図2のMRヘッドの他の実施例



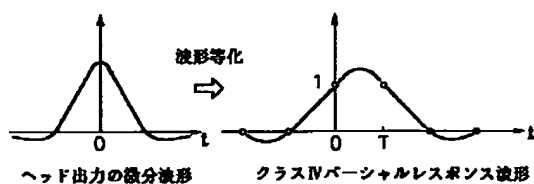
【図5】

図2の装置の動作



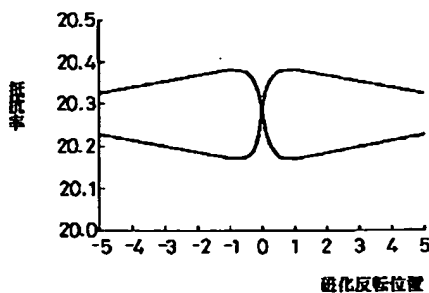
【図6】

クラスIVバーチャルレスポンスの説明



【図7】

MRヘッドの孤立再生波形





(6)

特開平4-286702

【図8】

従来のMRヘッド

